

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

\_\_\_\_\_  
(подпись) Юнаков Л. П.  
ФИО  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Направление/специальность подготовки	24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика
Специализация/профиль/программа подготовки	Композитные конструкции в ракетно-космической технике
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	А2 ТЕХНОЛОГИИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПРОИЗВОДСТВА РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ
Кафедра-разработчик рабочей программы	А2 ТЕХНОЛОГИИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПРОИЗВОДСТВА РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
4	8	4	144	65	39	0	26	79	0	0	79	ЭКЗ.

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)**

**24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика**

год набора группы: 2024

Программу составил:

Кафедра А2 ТЕХНОЛОГИИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И \_\_\_\_\_  
ПРОИЗВОДСТВА РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ  
Нилов Алексей Сергеевич, к.т.н., доцент

Программа рассмотрена  
на заседании кафедры-разработчика  
рабочей программы **А2 ТЕХНОЛОГИИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И  
ПРОИЗВОДСТВА РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ**

Заведующий кафедрой Андриюшкин А.Ю., к.т.н., доц. \_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании выпускающей кафедры

**А2 ТЕХНОЛОГИИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПРОИЗВОДСТВА РАКЕТНО-  
КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ**

Заведующий кафедрой Андриюшкин А.Ю., к.т.н., доц. \_\_\_\_\_

# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

## **ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

### **Разделы рабочей программы**

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### **Приложения к рабочей программе дисциплины**

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПСК-4.1 — способность разрабатывать, осваивать и внедрять технологические процессы и материалы для производства композитных конструкций, моделировать технологические процессы производства ракетно-космической техники

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ПСК-4.1**

*знания:*

методик и рациональных приемов изготовления изделий ракетно-космической техники из высокотемпературных композиционных материалов;;

*умения:*

разрабатывать и оформлять техническую документацию на изделия ракетно-космической техники из высокотемпературных композиционных материалов;;

*навыки:*

применять технологии изготовления изделий ракетно-космической техники из высокотемпературных композиционных материалов.;

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ, ФИЗИКА, УСТРОЙСТВО И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ, КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ С МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ МАТРИЦЕЙ, ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ КОНТРОЛЬ И ДЕФЕКТОСКОПИЯ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ КМ, СВАРКА И РОДСТВЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ, ТЕХНОЛОГИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ, СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПРАКТИКА, ТЕРМОДИНАМИКА, ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА, ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, СОЕДИНЕНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ, МЕХАНИЧЕСКАЯ И ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, КОНСТРУКЦИИ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, МЕТРОЛОГИЯ И ОСНОВЫ ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТИ, СИСТЕМЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА, ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ, ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ, УСТРОЙСТВО И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ, ХИМИЯ ПОЛИМЕРНЫХ СВЯЗУЮЩИХ, РАКЕТНАЯ ТЕХНИКА, ПРОИЗВОДСТВО ИЗДЕЛИЙ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ.**

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности
- ОПК-3 — Способен участвовать в разработке технической документации, связанной с профессиональной деятельностью с использованием стандартов, норм и правил
- ОПК-5 — Способен использовать современные подходы и методы решения профессиональных задач в области авиационной и ракетно-космической техники, включая управление проектами создания новых образцов техники и утилизации устаревших
- ОПК-6 — Способен анализировать, систематизировать и обобщать информацию о современном состоянии и перспективах развития ракетно-космической техники
- ПСК-4.1 — Способен разрабатывать, осваивать и внедрять технологические процессы и материалы для производства композитных конструкций, моделировать технологические процессы производства ракетно-космической техники
- ПСК-4.2 — Способен разрабатывать и реализовывать концепции технологической подготовки и сопровождения производства композитных конструкций ракетно-космической техники
- ПСК-4.3 — Способен разрабатывать, осваивать и внедрять технологические процессы сборки и испытаний композитных конструкций ракетно-космической техники
- ПСК-4.4 — Способен обеспечивать функционирование производства ракетно-космической техники в соответствии с действующей конструкторской, технологической и нормативной документацией, техническое руководство производством ракетно-космической техники
- ПСК-4.5 — Способен применять современные научные и общетехнические подходы и знания в области проектирования, конструирования и функционирования ракетно-космической техники
- УК-6 — Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч.

#### 3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ПСК-4.1
4	8	<b>Раздел 1. Высокотемпературные композиционные материалы с углеродной матрицей.</b> 1. Общая характеристика волокнисто-армированных углерод-углеродных композиционных материалов (УУКМ) 2. Типы углеродных армирующих волокон, используемых в УУКМ 3. Волокнистые армирующие структуры для УУКМ 3.1. Классификация КМ по схемам армирования 3.2. Многонаправленные армирующие структуры УУКМ 3.3. Хаотичные армирующие структуры УУКМ 4. Технологические методы и процессы получения УУКМ 4.1. Общая схема 4.2. Жидкофазные методы получения УУКМ 4.2.1. Общая характеристика 4.2.2. Карбонизация пропитанных или отвержденных заготовок 4.2.3. Графитизация карбонизированных заготовок 4.3. Газофазные методы получения УУКМ 4.3.1. Общая характеристика 4.3.2. Изотермический метод CVI 4.3.3. Термоградиентный метод CVI 4.3.4. Методы CVI с принудительной фильтрацией 4.4. Комбинированные методы получения УУКМ 4.5. Свойства УУКМ и пути их улучшения.	58	23	15	8	35	35
4	8	<b>Раздел 2. Высокотемпературные композиционные материалы с керамической матрицей.</b> 1. Общая характеристика волокнисто-армированных керамоматричных композитов (КМК) 2. Типы армирующих волокон, используемых в КМК 2.1. Непрерывные керамические волокна для КМК 2.1.1. Карбидокремниевые волокна 2.1.2. Тугоплавкие оксидные волокна 2.2. Нитевидные монокристаллы 2.3. Углеродные волокна 3. Технологические методы и процессы получения КМК 3.1. Общая схема получения изделий из КМК 3.2. Твердофазные методы 3.3. Жидкофазные методы 3.3.1. Пропитка расплавом матрицы 3.3.2. Метод, основанный на пиролизе органометаллических полимеров 3.3.3. Метод жидкофазного силицирования 3.3.4. Золь-гель технологии 3.4. Газо- и парофазные методы получения КМК 3.4.1. Газофазные методы 3.4.2. Получение КМК с карбидокремниевой матрицей методом парофазного силицирования 3.5. Сравнение разных методов получения КМК.	86	42	24	18	44	65
Всего за 8 семестр			144	65	39	26	79	100
Всего по дисциплине			144	65	39	26	79	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Высокотемпературные композиционные материалы с углеродной матрицей.	Углеродные волокна 1. Общие представления о структуре углеродных волокон 2. Методы производства углеродных волокон 3. Классификация и свойства основных типов углеродных волокон.	4
2		Применение УУКМ 1. УУКМ в ракетно-космической и авиационной технике 2. УУКМ в высокотемпературном оборудовании 3. УУКМ в медицине	4
3	Раздел 2. Высокотемпературные композиционные материалы с керамической матрицей.	Оценка физико-механических и теплофизических характеристик КМК 1. Физико-механические свойства КМК при повышенных температурах 2. КМК с повышенными теплофизическими свойствами 3. Показатели тепловой излучательной способности КМК	5
4		Раздвижные и неохлаждаемые насадки сопловых блоков ЖРД и РДТТ из КМК 1. Основные проблемы создания раздвижных и неохлаждаемых насадок сопловых блоков ЖРД и РДТТ из КМК 2. Современный опыт и основные тенденции создания раздвижных и неохлаждаемых насадок сопловых блоков ЖРД и РДТТ из КМК	5
5		Корпуса ЖРД малой тяги из КМК 1. Основные проблемы создания корпусов ЖРД малой тяги из КМК 2. Современный опыт и основные тенденции создания корпусов ЖРД малой тяги из КМК	4
6		Элементы ракетно-космической техники из КМК 1. Элементы теплозащиты и внешние конструктивные элементы многоразовых космических летательных аппаратов и	4

	гиперзвуковых летательных аппаратов 2. Развертываемые теплозащитные экраны и тормозные устройства космических летательных аппаратов 3. Управляющие закрылки из КМК 4. Жаростойкие элементы трения и крепления	
<b>Всего за 8 семестр</b>		26

### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Высокотемпературные композиционные материалы с углеродной матрицей.	1. Подготовка к лекции 2. Подготовка к практической работе 3. Оформление отчета по практической работе 4. Выполнение схем, графиков, рисунков, диаграмм	35
2	Раздел 2. Высокотемпературные композиционные материалы с керамической матрицей.	1. Подготовка к лекции 2. Подготовка к практической работе 3. Оформление отчета по практической работе 4. Выполнение схем, графиков, рисунков, диаграмм	44
<b>Всего за 8 семестр</b>			79

## 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
8		Отч. по ПЗ		Отч. по ПЗ		ДР		Отч. по ПЗ		ДР		Отч. по ПЗ	

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Отч. по ПЗ – отчет по практическому заданию.

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- отчет по практическому заданию.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. В. И. Кулик, А. С. Нилов. . Технология композиционных материалов с углеродной матрицей. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021, 50 экз.
2. В. И. Кулик, А. С. Нилов. . Армирующие волокна для композиционных материалов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019, 49 экз.
3. В. И. Кулик, А. С. Нилов. . Технология композиционных материалов с керамической матрицей. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017, 36 экз.
4. В. И. Кулик, А. С. Нилов. . Керамические композиционные материалы в теплонагруженных элементах ракетно-космической техники. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018, 41 экз.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

### 5.3. Периодические издания:

1. Вопросы оборонной техники. Серия 16;
2. Деформация и разрушение материалов;
3. Естественные и технические науки;
4. Известия Российской академии ракетных и артиллерийских наук;
5. Металловедение и термическая обработка металлов.

### 5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <https://urait.ru> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов.;
2. <http://e.lanbook.com> — ЭБС Лань;
3. <http://library.voenmeh.ru/jirbis2> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

### Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
- <http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

### Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=457](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457) - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

### 5.5. Программное обеспечение:

1. WinDjView;
2. Adobe Reader;
3. КОМПАС-3D V17;
4. DjVuReader;
5. Google Chrome;
6. Mathcad Education - University Edition Term;
7. Matlab 2015a SP1;
8. Microsoft Office;
9. PTC Mathcad Prime 5.0;
10. SolidWorks 2015 R5.



#### 5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Лекционные занятия:**

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

### **6.2. Практические занятия:**

1. Макеты ЖРД (РД-107, 8Д44, 5Д12, РД-253);
2. Образцы изделий из композиционных материалов;
3. Проектор;
4. Металлографический микроскоп;
5. Твердомеры Роквелла;
6. Микро-твердомер ПМТ-3;
7. Стенд на основе моделей для отливок и отливок, полученных по технологическим процессам литейного производства;
8. Плакаты, образцы сварных изделий;
9. WinDjView;
10. Adobe Reader;
11. КОМПАС-3D V17;
12. DjVuReader;
13. Google Chrome;
14. Mathcad Education - University Edition Term;
15. Matlab 2015a SP1;
16. Microsoft Office;
17. PTC Mathcad Prime 5.0;
18. SolidWorks 2015 R5.

### **6.3. Прочее:**

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

### **Аннотация рабочей программы**

Дисциплина **ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А2 ТЕХНОЛОГИИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПРОИЗВОДСТВА РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПСК-4.1 способность разрабатывать, осваивать и внедрять технологические процессы и материалы для производства композитных конструкций, моделировать технологические процессы производства ракетно-космической техники.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с технологией производства изделий ракетно-космической техники из высокотемпературных композиционных материалов.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- отчет по практическому заданию.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **4 з.е., 144 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**39 ч.**), практические занятия (**26 ч.**), самостоятельная работа студента (**79 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 144 ч., из них 65 ч. аудиторных занятий, и 79 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
<b>Раздел 1. Высокотемпературные композиционные материалы с углеродной матрицей.</b>		
1. Подготовка к лекции 2. Подготовка к практической работе 3. Оформление отчета по практической работе 4. Выполнение схем, графиков, рисунков, диаграмм	В. И. Кулик, А. С. Нилов. . Технология композиционных материалов с углеродной матрицей: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (1, 2, 3,4) В. И. Кулик, А. С. Нилов. . Армирующие волокна для композиционных материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (4)	35
Итого по разделу 1		35
<b>Раздел 2. Высокотемпературные композиционные материалы с керамической матрицей.</b>		
1. Подготовка к лекции 2. Подготовка к практической работе 3. Оформление отчета по практической работе 4. Выполнение схем, графиков, рисунков, диаграмм	В. И. Кулик, А. С. Нилов. . Технология композиционных материалов с керамической матрицей: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (1, 2, 3) В. И. Кулик, А. С. Нилов. . Керамические композиционные материалы в теплонагруженных элементах ракетно-космической техники: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (2, 3)	44
Итого по разделу 2		44

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- отчет по практическому заданию;
- экзамен.

### Критерии оценивания

#### Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

#### Отчет по практическому заданию

Перечень практических заданий входит в УМК дисциплины

Отчет по практической работе представляется в печатном или в электронном (по корпоративной почте) формате, предусмотренном шаблоном отчета по практической работе. Защита отчета проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя.

В случае если отчет оформлен в соответствии с предъявляемыми требованиями и студент отвечает на поставленные вопросы, преподаватель принимает практическую работу.

Отчет не может быть принят и подлежит доработке в случае:

- отсутствия необходимых разделов,
- отсутствия необходимого графического материала,
- некорректной информации

#### Экзамен

Допуск к экзамену при условии сдачи всех практических работ. Экзамен проходит в форме ответов на 3 вопроса экзаменационного билета. Экзаменационные вопросы входят в состав УМК дисциплины.

Критерии оценки:

- оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он полностью ответил на вопросы экзаменационного билета и правильно ответил на 3 вопроса по содержанию курса.
- оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он не полностью ответил на вопросы экзаменационного билета и правильно ответил хотя бы на один вопрос по содержанию курса.
- оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он не ответил на один из вопросов экзаменационного билета, а на остальные вопросы билета не полностью даны ответы.
- во всех других случаях обучающемуся выставляется оценка «неудовлетворительно».

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ПСК-4.1	
4	8	Раздел 1. Высокотемпературные композиционные материалы с углеродной матрицей.	58	23	15	8	35	35	Отчет по практическому заданию
4	8	Раздел 2. Высокотемпературные композиционные материалы с керамической матрицей.	86	42	24	18	44	65	Отчет по практическому заданию
Всего за 8 семестр			144	65	39	26	79	100	
Всего по дисциплине			144	65	39	26	79	100	

## Критерии оценивания

### ПСК-4.1

- Вопросы открытого типа:*
- № 1 По какой технологии проводится газофазная инфильтрация пористого полуфабриката для получения УУКМ?
- № 2 Что означает запись материала Cf-SiC?
- № 3 Сколько существует методов получения КМК по жидкофазной технологии?
- № 4 Если модуль упругости волокна при растяжении КМК меньше, чем модуль матрицы, то при увеличении объемной доли волокна происходит ...
- № 5 Какими методами получают SiC-волокна?
- № 6 Какими методами получают Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-волокна?
- № 7 Как получается SiC-матрица для КМК по технологии PIP?
- № 8 Что такое «мокрый» способ намотки?
- № 9 Какие структурные факторы влияют на физико-механические характеристики высокотемпературных КМ?
- № 10 Какой технологический метод получения КМК (при использовании идентичных армирующих волокон) обеспечивает наибольшую прочность.
- Вопросы закрытого типа:*
- № 1 При повышении температуры до 10000С
- А) прочностные характеристики керамоматричного КМ растут
- Б) жесткостные характеристики керамоматричного КМ растут
- В) прочностные характеристики керамоматричного КМ снижаются
- Г) жесткостные характеристики керамоматричного КМ снижаются
- № 2 Углерод-углеродные КМ получают следующими методами
- А. Твердофазным
- Б. Жидкофазным
- В. Газофазным
- Г. Комбинированным (твердофазным +жидкофазным)
- Д. Комбинированным (твердофазным +газофазным)
- Е. Комбинированным (жидкофазным+газофазным)
- № 3 Высокотемпературная обработка УУКМ нужна для
- А. уплотнения матрицы
- Б. вскрытия пор
- В. повышения конечной прочности
- Г. повышения модуля Юнга
- № 4 При жидкофазном методе получения УУКМ наибольшее применение нашли
- А. Фенолформальдегидные смолы
- Б. Термопластичные пеки
- В. Полиимидные смолы
- Г. Эпоксидные смолы
- Д. Полиэфирные смолы
- № 5 Для повышения плотности УУКМ применяются

- А. термобарические процессы
- Б. циклические процессы «пропитка-отверждение пиролиз»
- В. комбинированные процессы
- Г. горячее прессование
- № 6 Скорость осаждения пироуглерода при газовой инфильтрации зависит от
- А. температуры газовой среды
- Б. концентрации прекурсора
- В. наличия транспортного газа
- Г. перепада давления между стенками изделия
- № 7 Для УУКМ с температурами их эксплуатации более 1500 0С используют следующие жаростойкие покрытия
- А. боридо-металлические
- Б. стеклосилицидные на основе дисилицида молибдена и боросиликатного стекла
- В. карбидокремниевые
- Г. боридокарбидные
- № 8 Для получения керамоматричных КМ с SiC-матрицей используют
- А. углеродные волокна
- Б. молибденовые волокна
- В. карбидокремниевые волокна
- Г. сапфировые волокна
- № 9 1. Существует следующее количество методов получения КМК по жидкофазной технологии
- А. 1
- Б. 2
- В. 3
- Г. 4
- № 10 1. Самые низкую пористость имеют КМК, полученные по технологии
- А. CVI
- Б. PIP
- В. LSI
- Г. CVI+PIP
- Д. CVI+PIP CVI+LSI